

#2
3.7.02

Patent
Attorney's Docket No. 030681-332

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)	
)	
Hae-seok PARK et al.)	Group Art Unit: Unassigned
)	
Application No.: New Application)	Examiner: Unassigned
)	
Filed: Herewith)	
)	
For: MICROMIRROR ACTUATOR)	
)	
)	
)	
)	

JC957 U.S. PRO
09/988314
11/19/01

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Republic of Korea Patent Application No. 2000-73483

Filed: December 5, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: November 19, 2001

By: Charles F. Wieland III

Charles F. Wieland III
Registration No. 33,096

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

**KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE**



This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2000-73483

Date of Application: 5 December 2000

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

3 July 2001

COMMISSIONER

1020000073483

2001/7/

[Document Name] Patent Application

[Application Type] Patent

[Receiver] Commissioner

[Reference No.] 0008

[Filing Date] 2000.12.05

[IPC] G01M

[Title] Micromirror actuator

[Applicant]

[Name] Samsung Electronics Co., Ltd.

[Applicant code] 1-1998-104271-3

[Attorney]

[Name] Young-pil Lee

[Attorney's code] 9-1998-000334-6

[General Power of Attorney Registration No.] 1999-009556-9

[Attorney]

[Name] Heung-soo Choi

[Attorney's code] 9-1998-000657-4

[General Power of Attorney Registration No.] 1999-009578-0

[Attorney]

[Name] Hae-young Lee

[Attorney's code] 9-1999-000227-4

[General Power of Attorney Registration No.] 2000-002816-9

[Inventor]

[Name] PARK, Hae Seok

[I.D. No.] 710319-1019026

[Zip Code] 152-090

[Address] 115-2503 Hanmaeul Apt., 476 Gaebong-dong

Guro-gu, Seoul

[Nationality] Republic of Korea

[Inventor]

[Name] PARK, Jun Hyub

1020000073483

2001/7/

[I.D. No.] 630301-1852116
[Zip Code] 463-020
[Address] 603-105 Puleun Maeul Ssangyong Apt., Sunae-dong
Bundang-gu, Seongnam-city, Kyungki-do
[Nationality] Republic of Korea

[Request for Examination] Requested

[Application Order] We respectively submit an application according to Art. 42 of the Patent Law and request and examination according to Art. 60 of the Patent Law.

Attorney
Attorney
Attorney

Young-pil Lee
Heung-soo Choi
Hae-young Lee

[Fee]

[Basic page]	17 Sheet(s)	29,000 won
[Additional page]	0 Sheet(s)	0 won
[Priority claiming fee]	0 Case(s)	0 won
[Examination fee]	5 Claim(s)	269,000 won
[Total]	298,000 won	

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)_1 copy

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

JCE57 U.S. PRO

09/988314



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 :
Application Number

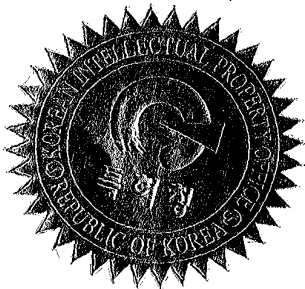
특허출원 2000년 제 73483 호
PATENT-2000-0073483

출원 년 월 일 :
Date of Application

2000년 12월 05일
DEC 05, 2000

출원인 :
Applicant(s)

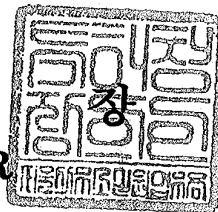
삼성전자 주식회사
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2001 년 07 월 03 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2000.12.05
【국제특허분류】	G01M
【발명의 명칭】	마이크로미러 액츄에이터
【발명의 영문명칭】	Micromirror actuator
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【포괄위임등록번호】	1999-009578-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박해석
【성명의 영문표기】	PARK,Hae Seok
【주민등록번호】	710319-1019026
【우편번호】	152-090
【주소】	서울특별시 구로구 개봉동 476 한마을아파트 115동 2503호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박준협
【성명의 영문표기】	PARK,Jun Hyub
【주민등록번호】	630301-1852116

【우편번호】 463-020
【주소】 경기도 성남시 분당구 수내동 푸른마을 쌍용아파트 603동 105호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 최흥수 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 17 면 29,000 원
【가산출원료】 0 면 0 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 5 항 269,000 원
【합계】 298,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

마이크로미러 액츄에이터에 관해 개시한다. 개시된 액츄에이터는: 기관과; 상기 기관 상면에 소정간격을 두고 형성되는 소정 높이의 양 포스트와; 상기 양 포스트의 상단에 그 양단이 고정되어 있는 토션바와; 상기 토션바에 결합되는 있는 미러와; 상기 미러의 일측에 마련되어 있는 마그네트를 구비하고, 상기 기관에는 상기 미러가 회전되었을 때에 기관의 일측 저면이 접촉되는 경사접촉면을 가지는 채널이 형성된 구조를 가진다. 마이크로미러 액츄에이터는 다수가 어레이로 형성된 구조에 적용될 수 있는 것으로서, 전체적으로 미러의 회동각의 매우 정확하고 안정적으로 유지시킬 수 있고, 특히 자기장의 세기의 변화에 불구하고 미러의 경사각을 일정하게 유지시킬 수 있다.

【대표도】

도 5

【명세서】**【발명의 명칭】**

마이크로미러 액츄에이터{Micromirror actuator}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 마이크로미러 액츄에이터에서 미러가 회동된 상태를 보이는 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 종래 마이크로미러 액츄에이터에서 미러가 원위치로 복원된 상태를 보이는 사시도이다.

도 3은 도 1에 도시된 종래 마이크로미러 액츄에이터에서 미러가 회동된 상태에서 토션바의 뒤틀린 상태를 보이는 사시도이다.

도 4는 도 1에 도시된 종래 마이크로미러 액츄에이터에서 미러가 회동된 상태에서 비정상적인 토션바의 변형을 보인 사시도이다.

도 5는 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터의 개략적 사시도이다.

도 6는 도 5에 도시된 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터에서 미러가 회동상태를 보이는 사시도이다.

도 7은 도 5에 도시된 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터에서 미러가 회동된 상태를 보인 측단면도이다.

도 8a 내지 도 8g는 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터의 제조공정을 설명하는 공정도이다.

<도면 중 주요부분에 대한 부호의 설명>

- 10...기판 20a, 20b... 포스트
- 30...미러 31... 토션바
- 40...마그네트 50...채널
- 51...(채널의) 경사접촉면 52...클램핑전극

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 마이크로미러 액츄에이터에 관한 것으로서, 상세히는 미러의 경사각을 정밀하게 조절할 수 있는 구조의 마이크로미러 액츄에이터에 관한 것이다.
- <15> 마이크로미러 액츄에이터는 광통신, 홀로그래픽 광정보 기록 장치등에 적용되는 광 스위칭 소자이다.
- <16> 홀로그래픽 광정보기록장치등에 있어서 정확한 광경로의 변경 또는 스위칭을 위하여 미러의 정위가 중요하다. 홀로그래픽 광정보기록장치의 경우는 다수의 마이크로미러 액츄에이터가 어레이 형태로 배치되어 있는 구조를 가지기 때문에, 각 액츄에이터간의 미러 동작특성의 동등성이 요구된다.
- <17> 도 1을 참조하면, 마이크로미러 액츄에이터는, 기판(1)의 상면에 소정 간격으로 양 포스트(2a, 2b)가 형성되어 있고, 양 포스트(2a, 2b)의 상단에는 미러(3)의 양측에서 연장된 토션바(3a, 3b)의 외단이 결합되어 있다. 상기 미러(3)의 양측 가장자리 부분에는 마그네트(4a, 4b)가 형성되어 있다.
- <18> 도 1은 기판(1)의 하부에서 수직의 자기장이 형성되어 상기 미러(3)가 소정

각도 경사지게 기울어진 상태를 보인다. 이때에 미러(3)의 일측가장자리가 기판(1)에 접촉된 상태를 유지하여, 미러(3)의 기울어진 상태를 경사각을 유지시킨다. 미러(3)가 기판(1)에 대해 기울어진 상태에서 미러(3)를 지지하는 토션바(3a, 3b)는 소정의 탄성력으로 뒤틀린상태를 유지한다.

<19> 도 2는 기판(1)에 자기장이 형성되지 않은 상태를 보인다. 도 1의 상태에서 자기장이 제거되면 상기 토션바(3a, 3b)의 탄성 복원력에 의해 도 2의 상태가 된다.

<20> 상기 도 1에 도시된 바와 같이 외부 자기장에 의해 미러(3)가 기판(1)에 대해 45도 기울어진 상태에서 기판(1)의 평면에 나란한 방향으로 부터 미러(3)로 입사하는 광은 기판(1)에 수직인 방향으로 반사되고, 도 2에 도시된 바와 같은 상태에서는 상기 광이 미러(3)의 상방을 경유하여 그대로 통과한다. 이상과 같은 동작은 전술한 바와 같은 외부 자기장에 의해 이루어 지는데, 일반적으로 기판(1)의 저면에 수직자기장을 형성하기 위한 전자석이 부착된다.

<21> 상기 액츄에이터는 도 3에 도시된 바와 같이 외부자기장에 의해 상기 미러(3)가 토션바(3a, 3b)의 탄성력을 극복하고 기판(1)에 대해 소정각도 경사지게 기울어지고, 외부 자기장이 없으면, 점선으로 도시된 바와 같이 토션바(3a, 3b)의 복원력에 의해 미러(3)가 기판(1)에 대해 나란하게 배치된다.

<22> 그러나, 상기와 같은 종래 액츄에이터의 문제점은 도 4에 도시된 바와 같이, 강한 외부자기장에 의한 힘에 의해 뒤틀어진 토션바(3a, 3b)가 직선적인 상태를 유지 못하고 휘어 진다는 점이다. 이와 같이 토션바(3a, 3b)가 직선적인 상태를 유지못한다고 하는 것으로 결국 미러(3)의 회전중심의 이동을 의미하고 따라서 미러(3)의 회동각이 설계된

값을 벗어나게 된다. 이러한 토션바(3a, 3b)는 상기 포스트(2a, 2b)에 그 양단이 지지된 단순지지보의 형태를 가지고 있고 외력 즉 자기력의 영향권 내에 있는 마그네트에 의해 미러(3)가 완전히 회전되어 그 하부 가장자리가 기판(1)의 표면에 접촉되었을 때에 그 반발력(F)이 미러(3)의 하부 중심부분에 집중적으로 가해지고, 따라서 토션바(3a, 3b)가 변형된다. 이러한 토션바(3a, 3b)의 비정상적인 변형은 불가피하며, 이에 따라 미러(3)와 토션바(3a, 3b)가 직결되어 있는 종래의 액츄에이터에 있어서 미러(3)의 정상적인 경사각을 얻기 어렵다. 도 4에서 점선은 미러(3)가 회동되면서 아직 그 하부 가장자리가 기판(1)에 접촉되지 않은 상태로 토션바(3a, 3b)가 이상변형을 일으키지 않은 상태를 보이며, 실선은 미러(3)가 완전히 회전되어 전술한 바와 같은 관계에 의해 토션바(3a, 3b)가 비정상적으로 변형된 상태를 과장되게 보인다. 이상과 같은 토션바(31a, 31b)의 비정상적인 변형은 경사각의 증가로 나타나게 된다.

<23> 이상과 같이 미러(3)가 완전히 회동되었을 때에 토션바(3a, 3b)가 변형되면, 미러(3)의 회전중심의 위치가 바뀌고 이에 따라 미러(3)의 회동각이 설계치를 벗어나게 되고 따라서 이를 광학적 스위칭장치로 적용하는 장치에 있어서, 소망하는 방향으로 광을 반사시킬 수 없게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<24> 본 발명의 목적은 미러의 회동각을 정밀하게 조절할 수 있는 마이크로 액츄에이터를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<25> 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따르면,

- <26> 기판과;
- <27> 상기 기판 상면에 소정간격을 두고 형성되는 소정 높이의 양 포스트와;
- <28> 상기 양 포스트의 상단에 그 양단이 고정되어 있는 토션바와;
- <29> 상기 토션바에 결합되는 있는 미러와;
- <30> 상기 미러의 일측에 마련되어 있는 마그네트를 구비하고,
- <31> 상기 기판에는 상기 미러가 회전되었을 때에 기판의 일측 저면이 접촉되는 경사접촉면을 가지는 채널이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 액츄에이터가 제공된다.
- <32> 상기 본 발명에 있어서, 상기 채널은 상기 경사접촉면에는 상기 기판에 대한 정전기력을 발생하는 클램핑전극이 형성되어 있는 것이 바람직하다.
- <33> 또한 상기 본 발명의 마이크로미러 액츄에이터에 있어서, 상기 토션바는 상기 미러의 몸체 안쪽을 통과하는 임의의 직선 상에 위치하며, 상기 미러가 상기 임의 직선을 중심으로 회동되도록 구성되는 것이 바람직하다.
- <34> 또한, 상기 마그네트는 상기 미러에 있어서, 상기 경사접촉면에 대응하는 기판의 일측 가장자리에 인접한 부분 상에 마련되어 있는 것이 바람직하고, 또한 마그네트는 상기 기판의 일측에 다수 마련되는 것이 바람직하다.
- <35> 이하 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- <36> 도 5는 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터의 개략적 사시도이다.
- <37> 도 5를 참조하면, 기판(10) 상면에 소정간격을 두고 형성되는 소정 높이의 포스트

(20a, 20b)가 형성되어 있고, 양 포스트(20a, 20b)의 상단에는 1 자형 토션바(30)가 고정되어 있다. 상기 토션바(31)의 중간에는 미러(30)가 형성되어 있다.

<38> 상기 토션바(31)는 미러(30)의 몸체 안쪽을 통과하는 임의 직선상에 위치하며, 따라서 상기 미러(30)는 상기 임의 직선을 중심으로 시이소 운동을 하게 된다.

<39> 한편, 상기 기관(10)의 일측에는 소정 깊이의 채널(50)이 형성되어 있고, 이 채널의 일측에는 상기 기관(10)의 일측 저면이 접촉되는 경사접촉면(51)이 형성되어 있다. 그리고, 상기 경사접촉면(51)에 대응하는 미러(30)의 일측부의 표면에 다수의 마그네트(40)가 배치되어 있다.

<40> 도 6을 참조하면, 상기 마그네트(51)들에 외부 자기장이 인가되면, 이에 따른 힘에 의해 상기 미러(30)가 소정각도로 회동되고 따라서 마그네트(40)가 형성된 미러(3)의 일측부의 저면이 상기 채널(50)의 경사접촉부(51)에 밀착되게 된다.

<41> 이와 같이 상기 미러(30)가 상기 경사접촉부(51)에 접촉되게 되면, 마그네트(40)에 필요이상의 세기를 가지는 외부자기장이 인가되어도 상기 미러(30)는 설계된 각도로 경사진 상태를 유지하게 된다.

<42> 이상의 구조에 더하여 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 경사접촉부(51)에는 클램핑전극(52)이 형성되어 있고, 그 상면에는 절연층(53)이 형성되어 있다. 따라서, 상기 미러(30)와 상기 클램핑전극(52)의 소정의 전압이 인가되면 정전기력에 의해 상기 미러(30)의 일측부분이 상기 경사접촉부(51)에 강한 힘으로 클램핑된다.

<43> 이와 같은 클램핑전극(52)의 부가는 보다 안정적인 미러의 동작, 특히 미러의 안정된 경사각 유지에 매우 효과적이다.

- <44> 이하 상기와 같은 구조를 가지는 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터 제조방법의 한 예를 상세히 설명하다. 이하의 설명에서는 도 5 내지 도 7에서 설명된 구성요소가 인용된다.
- <45> 도 8a 에 도시된 바와 같이, 기관(10) 상에 건식식각이나 습식식각에 의해 상기 경사접촉면(51)을 가지는 채널(50)을 형성한다.
- <46> 도 8b에 도시된 바와 같이, 상기 경사접촉면(51)에 알루미늄 등에 의해 클램핑전극(52)을 형성하고 그 위에 전면적으로 SiO_2 등에 의한 절연막(53)을 형성한다.
- <47> 도 8c에 도시된 바와 같이, 상기 기관(10) 상면에 포토레지스트등의 물질에 의해 희생층(71)을 소정 두께로 형성하여 상기 채널(50)을 매립한다.
- <48> 도 8d에 도시된 바와 같이 상기 희생층(71)에 상기 포스트(20a, 20b)의 형성하기 위한 우물(72)을 기관(10) 표면에 까지 이르도록 형성한다. 상기 우물(72)의 개구부는 $5\mu\text{m} * 5\mu\text{m}$ 정도의 크기를 가진다.
- <49> 도 8e에 도시된 바와 같이, 상기 희생층(71)의 전면에 소정 두께의 알루미늄 등으로 금속막(74)을 형성하여 상기 희생층(71)의 우물(72)에 의해 포스트(20a, 20b)를 형성하고 그리고 상기 금속막(74)을 소정 패턴으로 식각하여 미러(30) 및 이에 연결되는 토션바(31)을 형성한다. 이 단계에 의하면, 상기 포스트(20), 토션바(31) 및 미러(30)가 일체적으로 형성된다.
- <50> 도 8f에 도시된 바와 같이 상기 채널(50)의 경사접촉면(51)에 대응하는 미러의 일측부 상면에 소정 패넌의 마그네트(40)를 형성한다. 상기 마그네트는 Fe, Ni-Fe, Ni, Cr 등의 금속물질로 형성된다. 마그네트의 형성은 소정 패넌의 마스크를 적용한 전해도금법

에 의해 형성된다. 이때에 일반적인 전해도금법에서와 같이 상기 마그네트의 하지층은 전해 도금을 위한 크롬 또는 금으로 형성된다.

<51> 도 8g에 도시된 바와 같이, 상기 희생층(71)을 제거하여 목적하는 마이크로미러 액츄에이터(도 5내지 도 7참조)를 얻는다. 여기에서 희생층(71)의 제거는 O_2 플라즈마를 이용한 건식식각법에 의해 제거하는 것이 바람직하다.

<52> 앞에서 설명된 바와 같이 상기 미러는 소정각도, 일반적으로는 45도를 유지하도록 외부자기장에 의해 경사져 있으므로 기판의 평면에 나란한 방향으로 입사하는 광을 기판에 대해 수직인 방향으로 반사시키게 된다. 상기 토션바는 외부 자기장이 인가되었을때 미러를 원위치, 즉 기판에 대해 나란한 방향으로 되돌리는 역할을 한다. 외부 자기장이 기판의 관통하는 방향으로 인가되면 앞에서 설명한 바와 같이 미러(30)에 존재하는 마그네트(40)가 외부자기장과 같은 방향으로 배열되려 하므로 미러(30)가 토션바의 탄성을 극복하면서 이를 회전축으로 하여 회전된다. 이때 미러의 회전하는 각도는 외부자기장에 의해 인가되는 자기적 토오크와 이를 억제하려는 토션바의 탄성력이 평형을 이루는 점에서 결정된다. 외부 자기장의 세기가 증가함에 따라 미러의 회전각도 또한 증가하게 되는데, 계속 증가하는 미러의 최대 회전각도는 채널의 경사접촉면에 의해 구속된다.

따라서, 더 이상의 외부 자기자 세기의 증가에도 불구하고 미러는 주어진 각도를 안정적으로 유지할 수 있게 되고, 또한 토션바의 비정상적인 변형 등이 발생되지 않게 된다.

【발명의 효과】

<53> 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 마이크로미러 액츄에이터는 다수가 어레이로 형성된 구조에 적용될 수 있는 것으로서, 전체적으로 미러의 회동각의 매우 정확하고 안정

적으로 유지시킬 수 있고, 특히 자기장의 세기의 변화에 불구하고 미래의 경사각을 일정하게 유지시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기관과;

상기 기관 상면에 소정간격을 두고 형성되는 소정 높이의 양 포스트와;

상기 양 포스트의 상단에 그 양단이 고정되어 있는 토션바와;

상기 토션바에 결합되는 있는 미러와;

상기 미러의 일측에 마련되어 있는 마그네트를 구비하고,

상기 기관에는 상기 미러가 회전되었을 때에 기관의 일측 저면이 접촉되는 경사접촉면을 가지는 채널이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 액츄에이터.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 채널은 상기 경사접촉면에는 상기 기관에 대한 정전기력을 발생하는 클램핑전극이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 액츄에이터.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 토션바는 상기 미러의 몸체 안쪽을 통과하는 임의의 직선 상에 위치하며, 상기 미러가 상기 임의 직선을 중심으로 회동되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 액츄에이터.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서,

상기 마그네트는 상기 경사접촉면에 대응하는 기관의 일측 가장자리에 인접한 부분
상에 다수 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 액츄에이터.

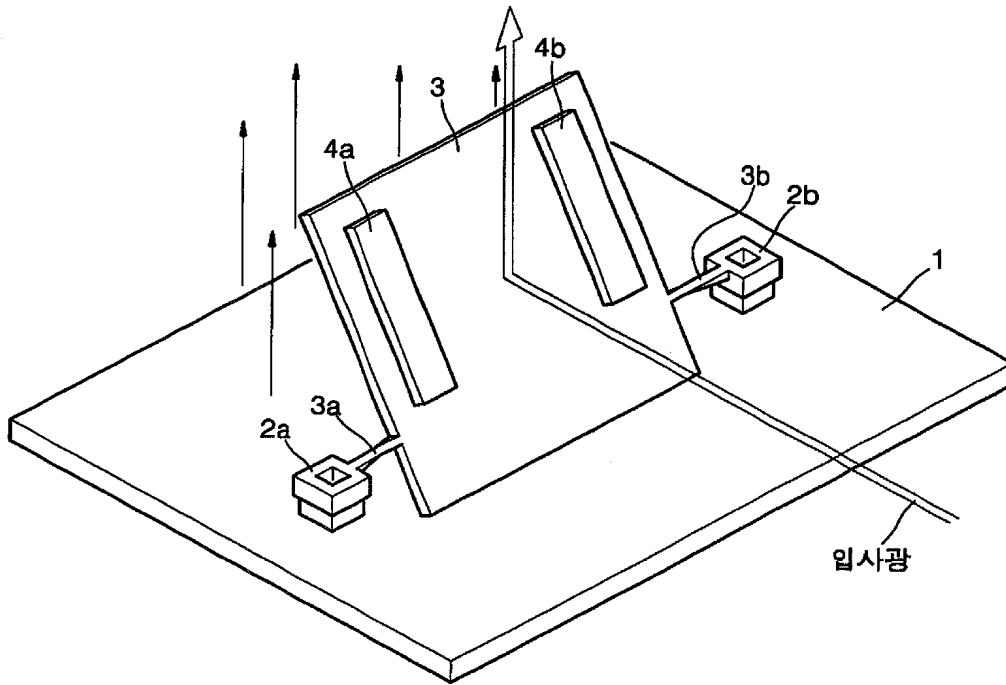
【청구항 5】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

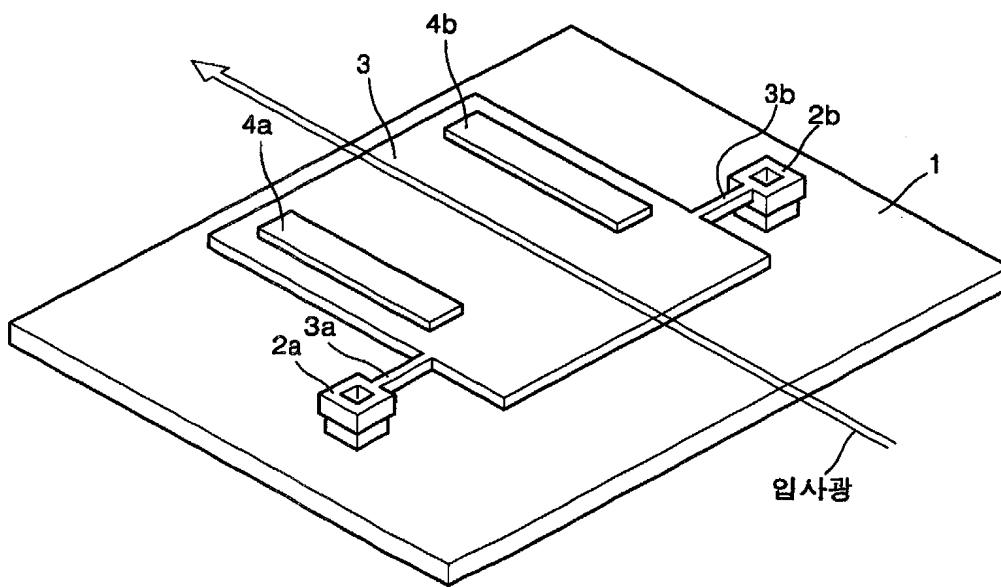
상기 마그네트는 상기 경사접촉면에 대응하는 기관의 일측 가장자리에 인접한 부분
상에 다수 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 액츄에이터.

【도면】

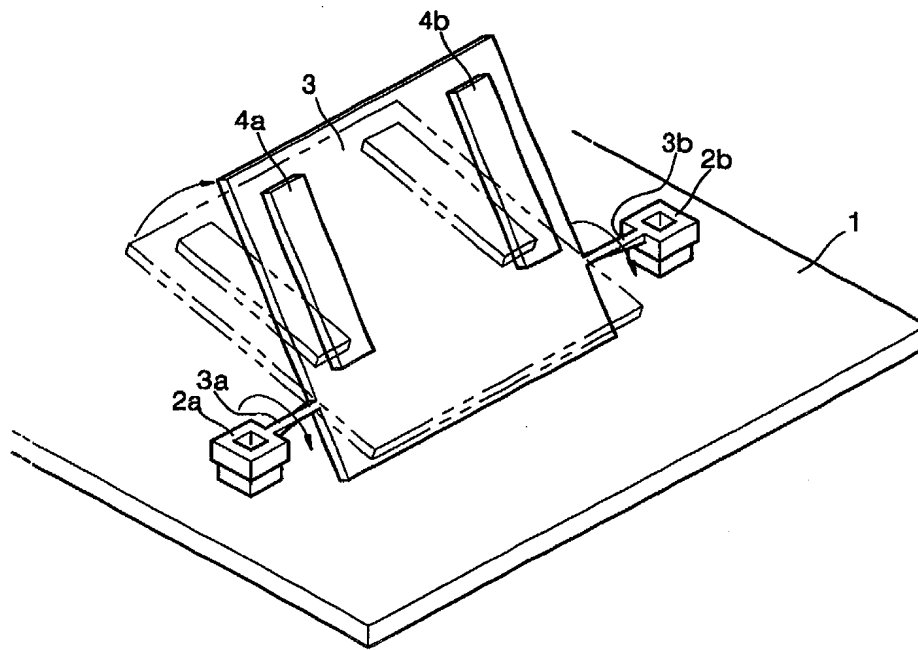
【도 1】



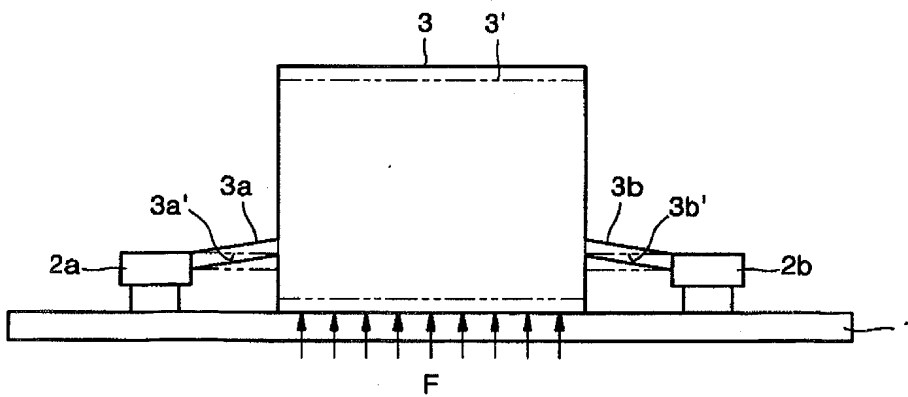
【도 2】



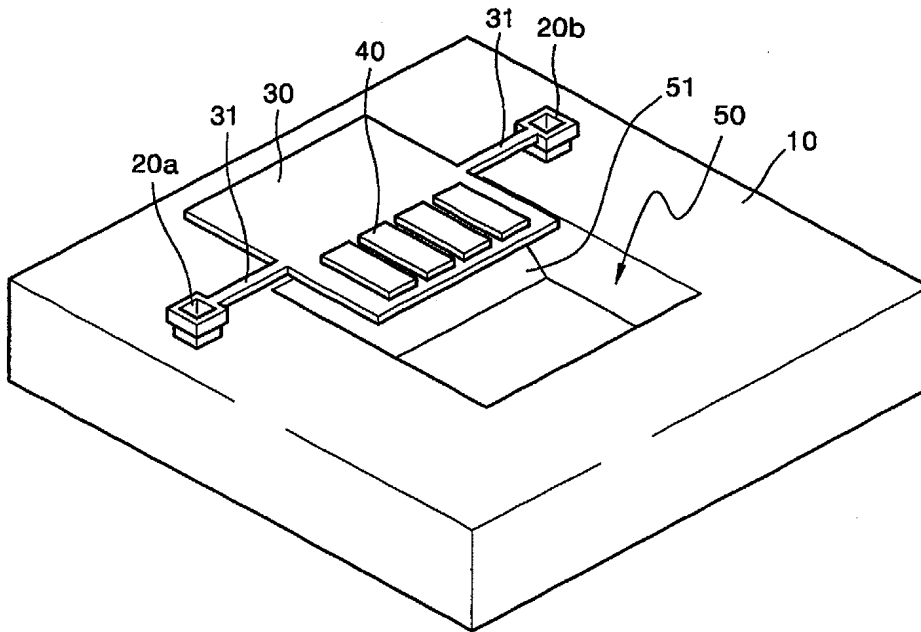
【図 3】



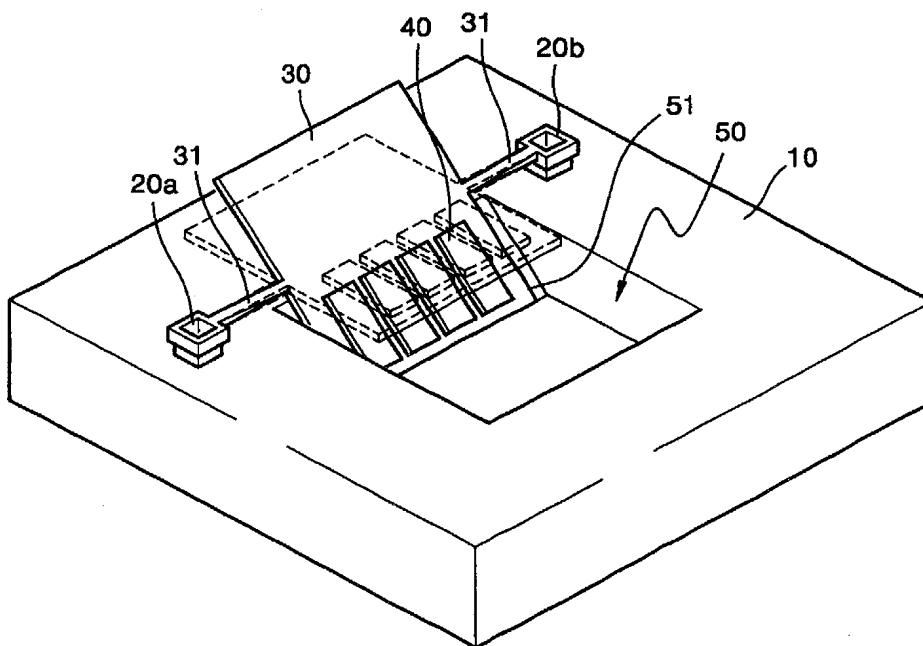
【図 4】



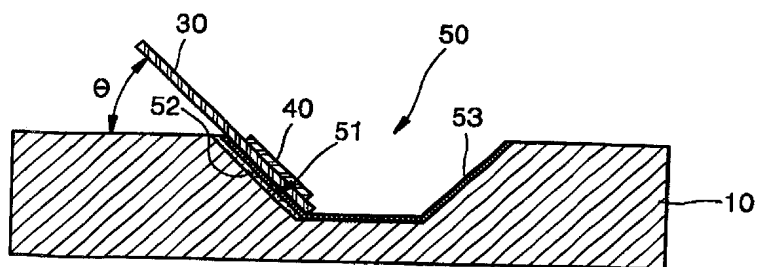
【도 5】



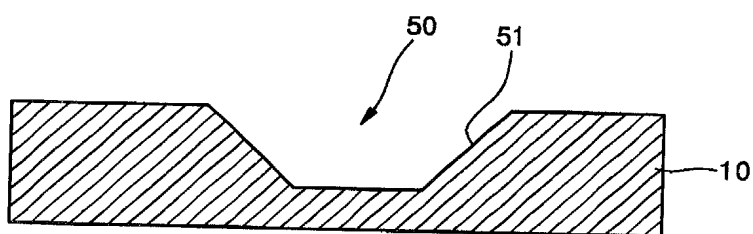
【도 6】



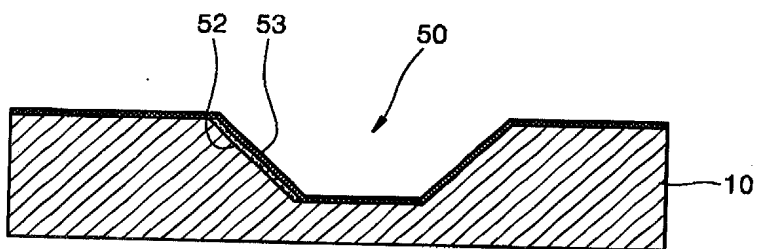
【図 7】



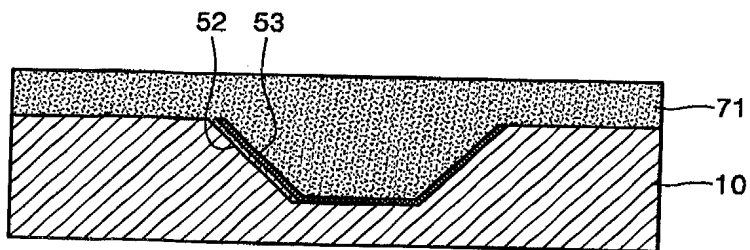
【図 8a】



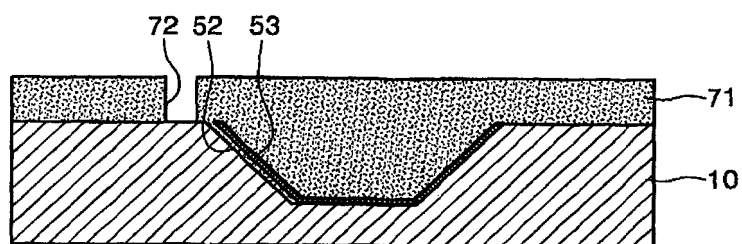
【図 8b】



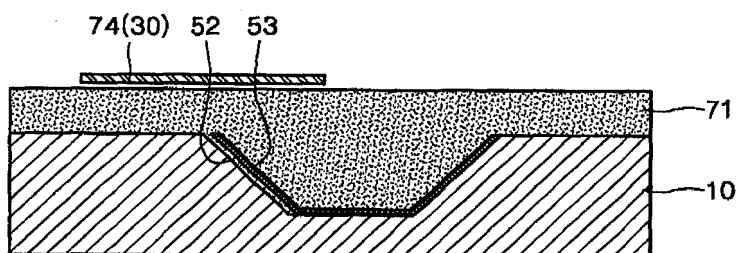
【図 8c】



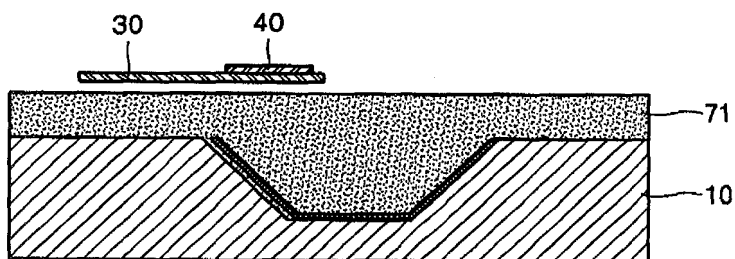
【図 8d】



【図 8e】



【図 8f】



【図 8g】

